(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
6 septembre 2013 (06.09.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/128124 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B23K 1/00 (2006.01) *B23K 1/19* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/050410

(22) Date de dépôt international :
27 février 2013 (27.02.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1251962 2 mars 2012 (02.03.2012) FR

(71) Déposant : **SNECMA** [FR/FR]; Société anonyme, 2 Boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur : **CLEMENT, Jean-François**; Snecma PI (AJI), Rond-Point René Ravaud Réau, F-77550 Moissy-cramayel Cedex (FR).

(74) Mandataires : **DAVID, Daniel** et al.; Gevers France, 41 avenue de Friedland, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

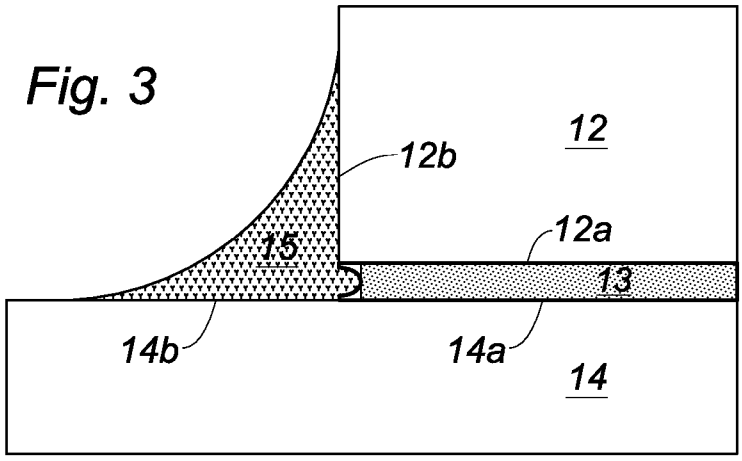
(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title** : PROCESS FOR JOINING TWO METAL PARTS BY BRAZE-WELDING

(54) **Titre** : PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE DE DEUX PIÈCES MÉTALLIQUES PAR BRASAGE



(57) **Abstract** : The present invention relates to a process for joining two parts (12, 14) by braze-welding, comprising forming a joint (13), between two surfaces (12a, 14a) to be joined, and a fillet (15), the process being characterized in that the composition of the filler metal used to form the fillet (15) is different from that used to form the joint (13), in order to provide it with a higher ductility. The invention in particular applies to the production of high-pressure compressor guide-vane sectors for a turbomachine.

(57) **Abrégé** : La présente invention porte sur un procédé d'assemblage de deux pièces (12, 14) par brasage, comprenant la formation d'un joint de liaison (13) entre deux surfaces de liaison (12a, 14a) et un congé de raccordement (15), le procédé est caractérisé par le fait que la composition du métal d'apport pour la formation du congé de raccordement (15) est différente de celle

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/128124 A1

du joint de liaison (13), de manière à présenter une ductilité qui lui est supérieure. L'invention s'applique en particulier à la réalisation de secteurs de redresseur de compresseur à haute pression d'une turbomachine.

Procédé d'assemblage de deux pièces métalliques par brasage

Domaine de l'invention

La présente invention porte sur le brasage de pièces en superalliage à base de nickel ou de cobalt, c'est-à-dire en alliage réfractaire ayant une teneur pondérale d'au moins 50% de nickel ou de cobalt respectivement, notamment dans le domaine aéronautique.

Art antérieur

Dans les moteurs à turbine à gaz aéronautiques, de nombreuses pièces sont réalisées par mécano-brasage. Le brasage comprend la disposition entre les faces de liaison des pièces métalliques à assembler une couche métallique de liaison de composition proche mais comportant un élément dit fondant qui rend celle-ci plus fusibles que les alliages des pièces à assembler. L'apport du métal en fusion peut être réalisé par capillarité le long de l'intervalle de liaison. On forme alors un joint capillaire. On comprend par joint capillaire un joint obtenu dans un espace de l'ordre de 200µm entre les pièces pour le brasage.

Le brevet FR 2 896 175 du présent déposant décrit une composition améliorée de métal d'apport pour la formation d'un joint de liaison entre deux pièces en superalliage ainsi que le procédé de brasage de secteurs de redresseur de turbomachine, utilisant ce type de métal d'apport.

Les secteurs de redresseur de compresseur à haute pression, HP, sont composés d'aubes forgées unitairement qui sont brasées sur des viroles inférieures et supérieures. Ces pièces sont en alliage corroyé à base nickel ou cobalt tel que l'alliage désigné INCO718 et de formule NC19FeNb. Les métaux d'apport utilisés pour le brasage des pièces entre elles sont des alliages, à base nickel également si le métal de l'alliage est le nickel, contenant du bore et/ou du silicium comme élément fondant. Les brasures obtenues avec ce type d'alliage sont très performantes dans des joints capillaires.

La disposition des pièces dans l'assemblage peut nécessiter la formation d'un congé de raccordement dans le prolongement du joint de liaison sous la forme d'une moulure concave

arrondie, en arc de cercle, située entre les deux faces adjacente du joint. Lorsque les pièces comprennent un congé de raccordement, l'amas de métal d'apport peut être important. On a constaté que dans ce cas les amas de métal d'apport présentaient un caractère fragile. En effet les métaux d'apport fondus à base nickel avec silicium et bore possèdent une ductilité très faible et fissurent lorsqu'ils sont soumis à des déformations de faible amplitude. On a reproduit sur la figure 1, la coupe micrographique d'un assemblage par brasure de deux pièces 2 et 4 selon cette technique. Les pièces sont assemblées et liées entre elles par un joint brasé 3, capillaire. Un congé 5 de raccordement a été réalisé entre les deux pièces dans le prolongement du joint, par apport de métal fondu, le même que celui du joint. L'assemblage a ensuite été soumis à des tests de fatigue. On voit que le joint 3 est resté intègre, par contre, le congé de raccordement de plus grandes dimensions que le joint, avec une épaisseur de plus de 0,5mm, est fissuré sous l'effet de la sollicitation des contraintes de déformation.

Cette fissure 7 initiée dans l'amas de métal d'apport 5 ne se propage que très rarement dans le joint capillaire 3 brasé car ce dernier est généralement bridé et moins sollicité mécaniquement. Par contre, sous l'effet d'entailles avec concentration de contraintes, cette fissure est susceptible de se propager dans le métal de base en simple épaisseur.

Pour éviter ce problème de fissuration dans les congés de brasure, pour des assemblages de secteurs de redresseur, on connaît des solutions, qui ont été appliquées mais pas généralisées, à savoir :

- Utilisation d'un métal d'apport performant pour l'ensemble de la brasure, comme un alliage de base Or, notamment la nuance AuNi955 qui contient 82% d'Or.
- Découpe par usinage de la virole en INCO718 pour apporter une souplesse et réduire les contraintes au niveau des rayons de raccordement aube-virole.

On comprend que les deux solutions ci dessus soient peu utilisées, en raison de leur coût prohibitif. Dans le premier cas il s'agit de l'emploi d'un métal précieux, dans l'autre cas il s'agit du coût d'usinage de la virole dans les zones sollicitées proches des congés de raccordement de brasure, qui est en outre susceptible de créer des fuites d'air dans la veine et de fragiliser les viroles découpées.

Exposé de l'invention,

La présente invention a pour objet un procédé qui permet de réaliser un assemblage ne présentant pas les inconvénients de l'art antérieur et qui soit de moindre coût que les solutions existantes.

Le procédé d'assemblage, conforme à l'invention, de deux pièces par brasage comprenant la formation d'un joint de liaison entre deux surfaces de liaison et d'un congé de raccordement est caractérisé par le fait que la composition chimique du métal d'apport pour la formation du congé de raccordement est différente de celle du métal d'apport pour la formation du joint de liaison, de manière à présenter une ductilité qui lui est supérieure.

La solution proposée consiste ainsi à utiliser deux métaux d'apport. Cette solution permet d'avoir deux types de comportement spécifiques : une grande performance en traction associée à une faible ductilité pour le joint de liaison, et une ductilité satisfaisante au niveau du congé de raccordement des deux pièces assemblées. Le joint de liaison est de préférence un joint capillaire.

En utilisant un alliage ductile pour la formation du congé de raccordement on évite de manière simple la formation de fissures à ce niveau.

Conformément à une autre caractéristique, la température de brasage du congé de raccordement est inférieure à la température de liquidus du métal du joint de liaison.

L'invention trouve un intérêt dans l'assemblage de pièces en superalliage, à base nickel ou cobalt. Plus particulièrement, le métal d'apport pour former le joint de liaison est un alliage à base nickel ou cobalt respectivement avec au moins un composé fondant. Le composé fondant est choisi parmi le bore, le silicium ou le phosphore. Par exemple un fondant couramment utilisé et le bore combiné au silicium.

Avantageusement, le métal d'apport formant le congé de raccordement est un alliage à base de cuivre, tel que CuMnNi930, ou bien à base de manganèse ou encore à base de métaux précieux, tels que l'or.

L'invention trouve une application avantageuse dans la fabrication de secteurs de redresseur, une pièce étant au moins une aube de compresseur de turbomachine et l'autre pièce une virole.

Brève description des figures

La figure 1 est une coupe micrographique d'un assemblage de l'art antérieur.

La figure 2 est une représentation schématique de la formation d'un joint de liaison entre deux pièces métalliques en superalliage selon la première étape du procédé.

La figure 3 montre la formation du congé de raccordement en seconde étape du procédé de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

Sur la figure 2, on voit en coupe les deux pièces 12 et 14 en superalliage tel que celui commercialisé sous la dénomination inco718. Les deux pièces sont liées entre elles par un joint de liaison 13 le long d'un intervalle ménagé entre deux faces de liaison, 12a et 12b, de l'une et l'autre pièce. Pour la fabrication d'un secteur de redresseur de compresseur de turbomachine, la première pièce 12 est une aube de redresseur et la seconde pièce 14, un élément de virole.

Avantageusement le joint de liaison est un joint capillaire d'épaisseur inférieure à 200µm. Le premier métal d'apport de brasage utilisé pour ce premier brasage est avantageusement, ici, une base nickel du type nickel-chrome additionné de bore et/ou de silicium comme élément fondant. On observe la présence d'un petit congé de raccordement entre les deux pièces.

Ce type d'alliage d'apport donne des joints brasés capillaires qui possèdent des tenues en traction et en cisaillement proches de celles du métal de base des pièces.

Dans la seconde étape, on dépose un second métal d'apport entre deux faces 12b et 14b des pièces, hors du joint de liaison. Le congé de raccordement 15 obtenu présente une surface rejoignant les deux faces 12b et 14b en forme d'arc de cercle tangent respectivement à ces deux surfaces.

Pour ce second brasage et la réalisation des congés de raccordement de brasure, on utilise un métal d'apport ductile.

Par ailleurs, il est réalisé à une température inférieure à la température de liquidus du premier alliage utilisé comme métal d'apport pour le joint de liaison. La ductilité du métal d'apport empêche l'apparition de fissures dans le congé de raccordement lors de déformation de la seconde pièce 14. En effet, la seconde pièce est, ici une virole, d'épaisseur relativement faible par rapport à la première pièce et elle est susceptible de se déformer en priorité.

Concernant l'assemblage d'un diffuseur de compresseur HP les matériaux en présence sont un alliage base nickel de formule NC19FeNb (INCO718) et un premier métal d'apport de formule NiCrBSi1000. Le brasage du joint de liaison est effectué à la température de 1040°C.

Ensuite, on procède à une nouvelle opération de brasage vers 960°C, pour réaliser le rechargement extérieur du joint et créer un congé de raccordement avec le second métal d'apport dont la composition a été choisie pour sa ductilité, par exemple un alliage a base cuivre de formule CuMnNi930.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'assemblage de deux pièces (12, 14) métalliques par brasage, comprenant la formation par apport de métal d'un joint de liaison (13) entre deux surfaces de liaison (12a, 14a) et d'un congé de raccordement (15), caractérisé par le fait que la composition chimique du métal d'apport pour la formation du congé de raccordement (15) est différente de celle du joint de liaison (13), de manière à présenter une ductilité qui lui est supérieure.
2. Procédé selon la revendication précédente dont le joint de liaison (13) est un joint capillaire.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 dont la température de brasage du congé de raccordement (15) est inférieure à la température de liquidus du métal d'apport du joint de liaison (13).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes dont les pièces sont en superalliage à base nickel ou cobalt.
5. Procédé selon la revendication précédente dont le métal d'apport pour former le joint de liaison (13) est un alliage à base nickel ou cobalt respectivement avec au moins un composé fondant.
6. Procédé selon la revendication précédente dont le composé fondant est au moins un élément parmi le bore, le silicium et le phosphore.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dont le métal d'apport du congé de raccordement est un alliage à base de cuivre, tel que CuMnNi930 de manganèse ou de métal précieux.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dont une pièce (12) est une aube de compresseur de turbomachine et l'autre pièce est une virole (14).
9. Procédé selon la revendication précédente dont l'assemblage forme un secteur de redresseur.

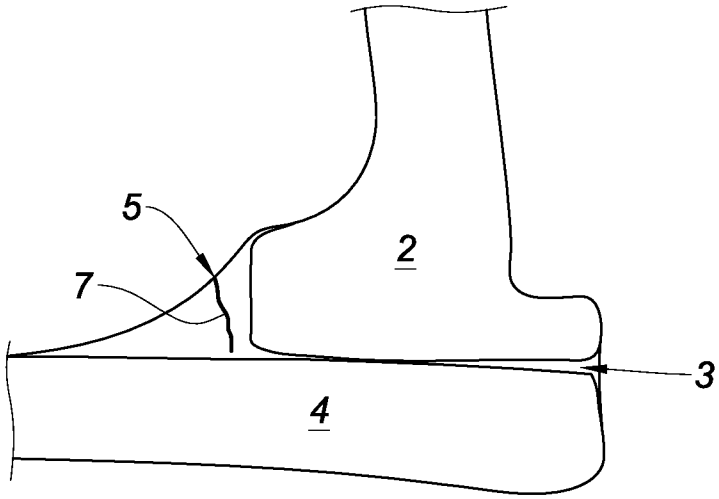


Fig. 1

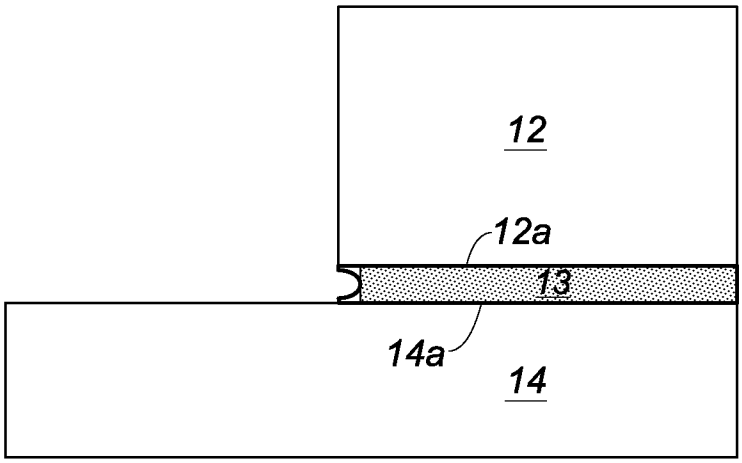


Fig. 2

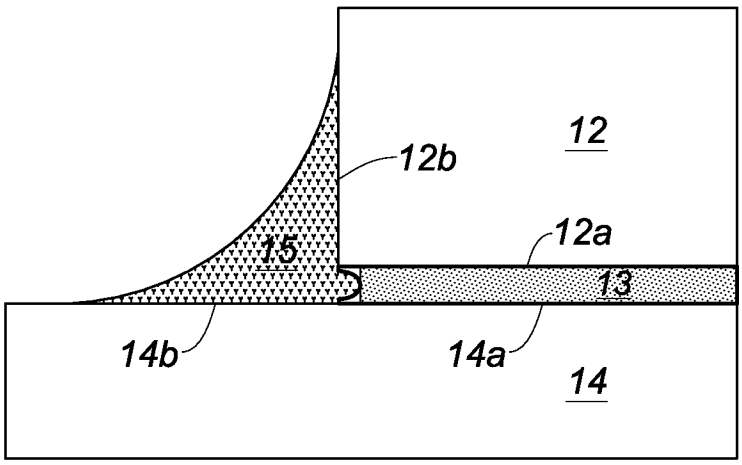


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/050410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K1/00 B23K1/19
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 652 612 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 3 May 2006 (2006-05-03) paragraph [0027]; figures -----	1-9
A	US 2009/283503 A1 (SCHREIBER KARL [DE] ET AL) 19 November 2009 (2009-11-19) the whole document -----	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 May 2013	06/06/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Caubet, J

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2013/050410

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1652612 A1	03-05-2006	EP 1652612 A1	03-05-2006
		JP 2006125404 A	18-05-2006
		KR 20060051882 A	19-05-2006
		SG 122036 A1	26-05-2006
		US 2006091182 A1	04-05-2006
US 2009283503 A1	19-11-2009	AT 495846 T	15-02-2011
		DE 102008023755 A1	26-11-2009
		EP 2119525 A1	18-11-2009
		JP 5154505 B2	27-02-2013
		JP 2009297788 A	24-12-2009
		US 2009283503 A1	19-11-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2013/050410

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B23K1/00 B23K1/19
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 652 612 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 3 mai 2006 (2006-05-03) alinéa [0027]; figures -----	1-9
A	US 2009/283503 A1 (SCHREIBER KARL [DE] ET AL) 19 novembre 2009 (2009-11-19) le document en entier -----	1-9

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 mai 2013	06/06/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Caubet, J

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2013/050410

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1652612 A1	03-05-2006	EP 1652612 A1	03-05-2006
		JP 2006125404 A	18-05-2006
		KR 20060051882 A	19-05-2006
		SG 122036 A1	26-05-2006
		US 2006091182 A1	04-05-2006
US 2009283503 A1	19-11-2009	AT 495846 T	15-02-2011
		DE 102008023755 A1	26-11-2009
		EP 2119525 A1	18-11-2009
		JP 5154505 B2	27-02-2013
		JP 2009297788 A	24-12-2009
		US 2009283503 A1	19-11-2009